



**UNIVERSIDAD
DEL PACÍFICO**
FACULTAD DE ECONOMÍA
Y FINANZAS

ECONOMÍA

EL EFECTO DE LOS SHOCKS CLIMÁTICOS SOBRE LA ACUMULACIÓN DE CAPITAL HUMANO

**Trabajo de Suficiencia Profesional presentado para optar al
Título Profesional de Licenciado en Economía**

Presentado por

Sol María Acuña Flores

Sandra María Huaitalla Rosado

Lima, enero 2021

RESUMEN

El presente trabajo de investigación recoge los resultados de la evidencia empírica sobre los efectos de los shocks climáticos en la acumulación de capital humano, tomando en cuenta impactos directos del shock e impactos indirectos provocados por el shock (ingresos presentes, ingresos futuros y salud) que terminan afectando al capital humano. Específicamente, en Perú, el efecto de los shocks climáticos en mujeres pobres embarazadas afecta la escolaridad de sus hijos, reduce sus ingresos en la edad adulta y reduce su probabilidad de ser empleados formalmente. Además, para la población rural, los shocks de calor perjudican la acumulación de capital humano. En la sierra, el motivo es que los hogares necesitan que los hijos sean productivos y dejen de estudiar. En la selva, el motivo es el incremento de enfermedades que enfrentar. Se concluye que existe un efecto de los shocks climáticos sobre el capital humano, pero el resultado es positivo o negativo según el grado de impacto del efecto ingreso o el efecto sustitución, el cual dependerá de variables socioeconómicas, demográficas y geográficas.

ABSTRACT

This research work collects the results of the empirical evidence on the effects of climate shocks on the accumulation of human capital, taking into account direct impacts of the shock and indirect impacts caused by the shock (present income, future income and health) that end up affecting human capital. Specifically, in Peru, the effect of climatic shocks on poor pregnant women affects the schooling of their children, reduces their income in adulthood and reduces their probability of being formally employed. Furthermore, for the rural population, heat shocks damage the accumulation of human capital. In the highlands, the reason is that households need their children to be productive and stop studying. In the jungle, the reason is the increase in diseases to be faced. It is concluded that there is an effect of climate shocks on human capital, but the result is positive or negative depending on the degree of impact of the income effect or the substitution effect, which depends on the socioeconomic, demographic and geographical variables.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	ii
TABLA DE CONTENIDO	iii
ÍNDICE DE ANEXOS	iv
I. INTRODUCCIÓN: OBJETIVO DEL TRABAJO E HIPÓTESIS	1
II. MARCO TEÓRICO	2
III. EVIDENCIA EMPÍRICA	5
1. IMPACTO DE LOS SHOCKS CLIMÁTICOS SOBRE LA ACUMULACIÓN DEL CAPITAL HUMANO	5
2. IMPACTO DE LOS INGRESOS PRESENTES E INGRESOS FUTUROS DADO SHOCKS CLIMÁTICOS.....	6
3. IMPACTO EN LA SALUD DADO SHOCKS CLIMÁTICOS	7
4. EVIDENCIA EMPÍRICA PARA EL PERÚ	9
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	11
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	13
ANEXOS.....	16

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Mapa de peligros múltiples del Perú	17
--	----

I. INTRODUCCIÓN: OBJETIVO DEL TRABAJO E HIPÓTESIS

Según el Banco Mundial, el cambio climático es un multiplicador de amenazas que puede empujar a 100 millones de personas a la pobreza para el 2030 y revertir los logros en materia de desarrollo obtenidos con gran esfuerzo en las últimas décadas. Específicamente, se estima que los desastres naturales tienen un costo de alrededor de USD 18 000 millones anuales para los países de ingreso bajo y mediano, sólo en daños a la infraestructura de transporte y de generación de energía. Los pobres ya corren un alto riesgo de sufrir shocks relacionados con el clima, que incluyen consecuencias en: malas cosechas por la reducción de las precipitaciones, picos de los precios de los alimentos después de fenómenos meteorológicos extremos y una mayor incidencia de enfermedades tras las olas de calor e inundaciones (World Bank, 2016).

En las últimas décadas ha existido un gran interés por investigar sobre los efectos de los shocks climáticos en indicadores económicos y sociales dentro de las familias y niños, especialmente en países en vías de desarrollo con gran fuerza laboral en actividades agropecuarias como India (Shah & Millett, 2012), Colombia (Valencia Amaya, 2019) y México (Aguilar & Vicarelli, 2011). Los resultados en las investigaciones muestran que los shocks climáticos afectan infraestructura física, ingresos monetarios, acceso a empleo, el rendimiento escolar, el trabajo infantil, reducción en buena alimentación de las familias y, aún, de los bebés que se encuentran dentro del útero.

Las estadísticas para Perú muestran que, durante el 2018, de las 5.444 emergencias ocurridas, el 23.8% y el 22.5% fueron ocasionadas por bajas temperaturas e intensas lluvias, lo que resultó en 840 mil y 57 mil afectados, respectivamente (INDECI, 2019). Además, como se observa en el Anexo 1 del presente trabajo, las zonas costeras y la selva presentan gran riesgo de inundación, la sierra presenta riesgos de sequías y la costa peruana son zonas de peligro potencial del Fenómeno del Niño (INDECI, 2003).

Dentro de la literatura para Perú sobre el impacto de shocks climáticos, se encuentra la investigación de Barrón et. al. (2017) donde se evidencia que el calentamiento reduce la escolaridad, los ingresos y acceso al empleo formal entre las mujeres nacidas en climas más fríos. Asimismo, se encuentra que fluctuaciones de temperatura alrededor del nacimiento tienen efectos negativos persistentes en los resultados de los adultos, pero pueden ser mitigados por servicios de salud para madres. Por otro lado, en otra investigación, se encuentra que la sequía tiene impactos negativos en las puntuaciones de educación de los niños y esto se puede deber a un efecto sustitución en el que los niños deben modificar el tiempo invertido en educación a actividades productivas (Zamand & Asma, 2016). Por último, en una investigación para el ámbito rural, se encuentra que los shocks climáticos de frío favorecen la decisión de asistir a la escuela. Este impacto es mayor en mujeres debido al contexto en zonas rurales del Perú donde se favorece

que al hombre en educación (Britto & Teruya, 2017). Asimismo, también se evidencia que shocks de calor en la selva generan impactos negativos en la salud y asistencia escolar.

Considerando lo antes expuesto, el objetivo de la presente investigación es determinar el impacto de los shocks climáticos sobre el capital humano para el caso peruano. La hipótesis principal es que los shocks climáticos tienen un efecto significativo negativo sobre la acumulación de capital humano medido en variables de educación. Asimismo, la hipótesis contempla que los principales canales de transmisión del impacto son directos e indirectos. Y dentro de los canales indirectos se enfatiza mecanismos vía ingresos monetarios y salud.

El presente documento se compone de tres secciones. En la primera sección se presenta el marco teórico, en los que se describen los conceptos clave y las funciones de producción del capital humano, que sirve como base para la investigación. En la segunda sección se analizan los principales hallazgos de la literatura en las diversas relaciones de los shocks climáticos sobre el capital humano. La tercera sección aborda las conclusiones y recomendaciones de política planteadas en la literatura presentada.

II. MARCO TEÓRICO

Para explicar la relación entre los shocks climáticos y el capital humano, primero es importante detallar conceptos clave relacionados. El Calentamiento Global se define como las interacciones complejas entre procesos naturales y sociales provocadas por el incremento de emisiones de gases de efecto invernadero en la atmósfera, el cual se manifiesta en un aumento de la temperatura global (Torres, 2010). Este cambio en la temperatura provoca incrementos en el nivel del mar, mayores precipitaciones y frecuencia e intensidad de eventos climáticos extremos.

El Cambio Climático es, en parte, producto del Calentamiento Global y su variabilidad climática. No obstante, la variabilidad se presenta cuando, con cierta frecuencia, un fenómeno genera un comportamiento anormal, temporal y transitorio del clima. En cambio, el Cambio Climático es un proceso verificable en periodos consecutivos de varias décadas (IDEAM, 2007). La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático lo define como “un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempo comparables” (ONU, 1992). Así, el Cambio Climático es uno de varios problemas ambientales, aunque único dado que pueden influenciar en la frecuencia, duración e intensidad de los eventos climáticos, aún peor, en las condiciones climáticas extremas o shocks.

Los shocks climáticos son desviaciones externas de corto plazo de las tendencias de largo plazo que tienen efectos negativos sustanciales. Ejemplos de estos shocks climáticos son los de inicio

rápido, como inundaciones, y los de inicio lento, como las sequías (Asmamaw, Mereta, & Ambelu, 2019). En el corto plazo, los shocks climáticos pueden afectar de diferentes formas. al bienestar, productividad, nivel de activos (bienes) y medios de vida. Sin embargo, estos efectos, directos e indirectos, pueden ramificarse. El Cambio Climático es un potente multiplicador de estos shocks, lo cual genera otras preocupaciones para las personas como la pérdida de hábitat, enfermedades, seguridad, resistencia a shocks futuros, en consecuencia, efectos sobre el desarrollo humano (World Bank, 2016; Choularton, J., & S., 2015).

El otro concepto importante a desarrollar para la investigación, es de capital humano, el cual se define como el conocimiento, información, ideas, habilidades y salud de los individuos (Becker G. , 2002). Para poder describir la función de producción de capital humano, es preciso mencionar que el capital humano depende, en gran medida, de la función de ingresos. Como mencionan Abler y Rodríguez (1998), la función de ingresos generados en la etapa adulta depende de variables como remuneraciones, conocimiento tecnológico, ratio capital humano y no humano y el stock de capital humano.

Por un lado, a nivel macro, se evidencia que la acumulación de capital humano ha sido el motor principal del crecimiento económico, y que la principal fuente de diferencias en los niveles de vida entre las naciones son las diferencias en el capital humano (Lucas, 1993). Asimismo, Becker, Murphy & Tamura (1990) explican que el número de hijos juega un rol importante en cuánto se invierte en cada niño en capital humano, lo que genera mayores niveles de tanto de capital humano como físico en el largo plazo. Además, es importante considerar que el levantamiento de restricciones crediticias en la acumulación de capital humano juega un papel relevante, ya que la literatura indica este contribuyó a estimular el proceso de crecimiento económico (Moav & Galor, 2004).

Por otro lado, a nivel micro, las investigaciones muestran que los ingresos futuros de las familias dependen del capital humano, produciéndose un efecto de doble causalidad. La literatura evidencia que la acumulación de capital humano tiene un efecto positivo y significativo en el crecimiento de los ingresos, lo que genera un cambio significativo en el crecimiento económico de los países (Freire-Serén, 1999). Asimismo, se muestra que este éxito económico de los países se logra debido a que el capital humano, específicamente la educación, aumenta la productividad, salud, niveles de vida y desarrollo económico (Schultz, 1961; Becker, 1975).

Además, también se puede evidenciar la relación de los efectos de la salud con el capital humano. Los shocks climáticos y/o los desastres que provoca también impactan en la salud de las personas en el ámbito territorial donde suceden ya que pueden generar menos inversión en el cuidado preventivo o de urgencias necesario. Esto puede repercutir en el bienestar integral de la persona en el corto plazo, pero también en su crecimiento y/o desarrollo tanto físico como cognitivo, lo

cual puede provocar que la acumulación del capital humano no sea la misma que sin shocks. Esto puede pasar, por ejemplo, en niños menores que no reciben intervenciones nutricionales correctas (Maluccio, y otros, 2009).

Otro ejemplo de la literatura respalda que bajos niveles de desarrollo cognitivo en la primera infancia se correlacionan fuertemente con un nivel socioeconómico bajo (medido por la riqueza y la educación de los padres), así como con la desnutrición, y estas desventajas se ven agravadas por las crisis económicas (Alderman, 2011). Además, se observa que la talla para la edad y la desnutrición son los mejores predictores para el capital humano. Es decir, el daño sufrido en la vida temprana conduce a un deterioro permanente y también podría afectar a las generaciones futuras (Victoria, y otros, 2008).

Asimismo, también hay evidencia empírica de la función de educación específicamente en educación básica. La literatura muestra que las características del niño y la familia medidas por el ingreso a la escuela contribuyen tanto a explicar los ingresos futuros, como los años de educación (Almond & Currie, 2011).

Con esto se puede evidenciar que, tal como señala Becker (2002), mientras otras formas de capital son trascendentales, el capital humano destaca debido a su impacto en el éxito económico de las personas y de las economías de los países. Sin embargo, como marco teórico general, es importante plantear que los efectos adversos de los shocks pueden aumentar o disminuir la inversión en capital humano dependiendo de si el cambio en las condiciones dado el shock resulta en un efecto ingreso o un efecto sustitución dominante.

Por un lado, los shocks implican una reducción en los recursos de un hogar. Esto causa que los recursos deban reubicarse para suavizar sus efectos y el costo de oportunidad de que una persona estudie (en la escuela, universidad, entre otros) se incrementa. Es decir, el efecto ingreso tiene un impacto negativo en la inversión para la mejora del capital humano. Por otro lado, los shocks reducen las posibilidades de conseguir un empleo y recibir un salario. Por ello, existe un menor costo de oportunidad de asistir a la escuela frente a otras opciones de uso de tiempo. Es decir, el efecto sustitución tiene un impacto positivo sobre la inversión para la mejora del capital humano. El impacto de los shocks dependerá de qué es mayor. Cabe resaltar, como se mencionó anteriormente, que el efecto ingreso puede moverse o mantenerse según la flexibilidad de la persona para mantener su entrada de dinero, que puede atribuirse no solo a trabajo, sino a sus facilidades para obtener un préstamo en el mercado de capitales.

Para poder observar todas estas relaciones entre el shock climático y el capital humano, se presentará evidencia empírica que la sustente.

III. EVIDENCIA EMPÍRICA

En base a la revisión de literatura teórica acerca de los shocks climáticos y las funciones de producción del capital humano y el efecto sustitución mencionado, se procederá a abordar evidencia empírica existente. Primeramente, se describirá la evidencia empírica en diversos países sobre la relación directa de los shocks climáticos sobre el capital humano, para luego analizar, la relación de los shocks climáticos en el capital humano vía un impacto en los ingresos presentes y futuros; y vía un impacto en la salud. Luego, se analizará el efecto de los shocks climáticos en el capital humano y sus diversas relaciones en la evidencia existente para Perú.

1. IMPACTO DE LOS SHOCKS CLIMÁTICOS SOBRE LA ACUMULACIÓN DEL CAPITAL HUMANO

Por un lado, en una investigación sobre cómo afecta la temperatura al capital humano en Estados Unidos, utilizando la Encuesta Nacional Longitudinal de Jóvenes y bases de datos meteorológica con la metodología de efectos fijos, se encuentra que incrementos en temperatura disminuye el rendimiento cognitivo matemático en los estudiantes, más no el de lectura, en el corto plazo (Graff & Neidell, 2015). Asimismo, en el análisis para el largo plazo, no revela una relación estadísticamente significativa entre el clima y el capital humano. Este hallazgo es consistente con la noción de que la adaptación, en particular el de comportamiento compensatorio que juega un papel importante en la limitación de los impactos a largo plazo de las perturbaciones meteorológicas a corto plazo. Este comportamiento compensatorio hace referencia a que las personas compensen el mal desempeño en el corto plazo con mayor inversión en aprendizaje en períodos posteriores.

Por otro lado, en una investigación para Colombia, Valencia (2019) utiliza la base de datos Saber 11, un examen nacional estandarizado para alumnos de secundaria, y con la base de datos de desastres naturales, durante el periodo 2008-2012, usando la metodología de diferencias en diferencias con secciones cruzadas repetidas, para determinar el impacto de los shocks climáticos en el capital humano, específicamente en los resultados del examen Saber 11. Según los hallazgos, los shocks del 2010 disminuyeron los puntajes de las pruebas Saber 11, durante el período 2010-2012, especialmente en 2011. El impacto negativo fue mayor en los resultados de las pruebas para mujeres y estudiantes rurales en comparación a los estudiantes masculinos y urbanos (Valencia Amaya, 2019). Además, los shocks no solo disminuyeron los puntajes de las pruebas de los estudiantes pobres, como se sugirió por la literatura; también lo hicieron en las calificaciones de los exámenes de estudiantes de ingresos medios. Por último, se exploró un posible canal de transmisión y se encontró que la destrucción del capital físico, por medio del daño de los edificios escolares, podría haber impedido que los maestros dictaran clases y que los estudiantes asistan a ellas en condiciones adecuadas.

Además, para una investigación para India, utilizando la base de datos de lluvias de la Universidad de Delaware, el Informe del estado anual de la Educación (ASER, por sus cifras en inglés) y la encuesta laboral y de empleo nacional, para el periodo 2005-2009, utilizando efectos fijos, se encuentra que los niños durante la primera infancia que están expuestos a la sequía obtienen puntuaciones significativamente menores en las pruebas de alfabetización y aritmética que sus compañeros (Shah & Millett Steinberg, Drought of opportunities: Contemporaneous and long term impacts of rainfall shocks on human capital, 2013). Es menos probable que estos niños vayan a la escuela y es menos probable que se matriculen alguna vez. En contraste, se evidencia que el capital humano es contra cíclico para niños en edad escolar. Los niños que se evalúan durante un año de sequía obtienen calificaciones significativamente mejores en las pruebas de matemáticas e informan mayores tasas de asistencia. La posible explicación es que los niños y las madres reportan una menor probabilidad de trabajar en años de sequía y que los niños tienen más probabilidades de asistir a la escuela, y mayor inversión de tiempo en educación. Si bien, no se cuenta con información del uso del tiempo en niños en la base de datos ASER, se muestra que, para edades similares, en áreas rurales, la probabilidad de trabajo disminuye durante la sequía y se invierte más en educación (Shah & Millett Steinberg, Drought of opportunities: Contemporaneous and long term impacts of rainfall shocks on human capital, 2013).

Por último, en una investigación, se utilizan los resultados de las pruebas cognitivas para investigar el impacto de la exposición a la sequía en el capital humano de los niños en el útero, aprovechando las fluctuaciones en las lluvias a lo largo del tiempo y en todos los distritos de la India rural (Shah & Millett, 2012). Usando la información de ASER y la base de datos de lluvias de la Universidad de Delaware, se encuentra que los niños expuestos a la sequía en el útero obtienen puntuaciones significativamente menores en las pruebas de matemáticas y lectura que sus compañeros. Además, la magnitud del efecto del shock climático es mayor en el periodo intrauterino y deja de ser negativo hasta cuando el niño cumple 2 años. Se encuentra que los niños que estuvieron expuestos a shocks climáticos son menos probable que se matriculen en el colegio, e, interesantemente, no se encuentran diferencias por género (Shah & Millett, 2012).

2. IMPACTO DE LOS INGRESOS PRESENTES E INGRESOS FUTUROS DADO SHOCKS CLIMÁTICOS

La evidencia existente apunta a impactos negativos en ingresos monetarios después de un shock climático. Estos eventos conducen a mayores gastos en hogares con restricciones crediticias por pérdida de activos y mayor probabilidad de trabajo infantil.

En una investigación para El Salvador, Santos (2007), utilizando la base de datos de El Salvador y la metodología de diferencias en diferencias, muestra que las transferencias entre hogares sólo aseguran parcialmente los ingresos de los hogares después de un desastre natural, y las familias

invierten menos en la educación y nutrición de sus hijos. Asimismo, también encuentra que los niños de los hogares más afectados por los terremotos de 2001 en El Salvador tenían casi tres veces más probabilidades de trabajar (del 6,5% al 16,5%) después del shock, además, hubo un aumento sustancial en el margen de tiempo intensivo de su oferta laboral. Su análisis concluye en que la caída de los ingresos de los hogares, tras un desastre natural, especialmente por la pérdida de cosechas, parece ser el principal mecanismo que impulsa a los padres a insertar a sus hijos en actividades económicas fuera del hogar (Santos, 2007).

Asimismo, en una investigación sobre los impactos del Fenómeno del Niño en México, utilizando información de shocks climáticos y Progresá, una base de datos longitudinal de hogares de parte de un programa de alivio a la pobreza, se muestra que los eventos extremos de lluvia al final de la temporada de cosecha representaron un importante shock de ingresos negativo en las familias (Aguilar & Vicarelli, 2011). El ingreso total de los hogares, reportado dos meses después de ocurrido el shock, fue 39% más bajo para los hogares que viven en regiones expuestas. Este efecto persistió hasta dos años después de la ocurrencia del shock. Además, se evidencia que el valor del consumo de alimentos fue de un 10-15% más bajo cuando se compararon con los hogares de regiones no expuestas. También, se evidencia que temperaturas más cálidas en mujeres reducen la escolaridad de sus hijos, los ingresos y el acceso a empleo en comparación con las que fueran expuestas a climas más fríos (Aguilar & Vicarelli, 2011).

Además, también se evidencia la relación existente entre capital humano y la desigualdad de los ingresos. En una investigación para una amplia gama de países alrededor del mundo durante el periodo 1980-2015, usando la metodología de efectos fijos, Lee & Lee (2018) encuentran evidencia que sustenta que una distribución más equitativa de la educación contribuye significativamente a reducir la desigualdad de ingresos. La expansión educativa es uno de los principales factores en la reducción de la desigualdad educativa y, por tanto, la desigualdad de ingresos. En contraste, los resultados empíricos, también, muestran que se puede atribuir la creciente desigualdad de ingresos en las familias de muchas economías orientales, en las últimas décadas, a efectos desiguales crecimiento económico, expansión comercial y progreso tecnológico (Lee & Lee, 2018).

3. IMPACTO EN LA SALUD DADO SHOCKS CLIMÁTICOS

En la investigación de Graff y Neidell (2015), se explica teóricamente que, en general, el cerebro y sus funciones son sensibles a la temperatura. Además, el aumento de temperatura ambiental ralentiza la transferencia de calor a la piel y los pulmones, lo cual reduce el flujo de sangre fría al cerebro. Es decir, las altas temperaturas pueden afectar la función cognitiva del cerebro, atención, memoria, retención, procesamiento de información, desempeño, entre otros. Pero esto también afecta en el largo plazo, dado que los efectos de las temperaturas más cálidas pueden acumularse

en el tiempo si no son compensadas, afectando así, el capital humano de las personas perjudicadas.

Así, el documento estima resultados agregando 3 rezagos de temperatura y el avance como prueba de falsificación para observar los efectos neurológicos provocados. Se observaron efectos sólo contemporáneos y negativos de las temperaturas más cálidas sobre el rendimiento en matemáticas. Por otro lado, se simularon potenciales efectos en el largo plazo basados en estimaciones de corto plazo. Se consideró una variedad de valores de parámetros para explicar la implicancia de una disminución en el rendimiento de una prueba sobre la disminución en el aprendizaje. Tomando los shocks climáticos acumulados entre pruebas, en función de la exposición climática del niño, se observó que la exposición reduciría el rendimiento desde 6.2 puntos porcentuales en promedio hasta 31.0, depende del supuesto conservador o moderado que se haya utilizado. Esto implicaría efectos importantes en el largo plazo.

Asimismo, también se puede observar evidencia empírica del resultado directo de shocks climáticos sobre la salud y la acumulación de capital humano. En primer lugar, Poertner (2008) expone los efectos de los huracanes y los riesgos en la fertilidad y el capital humano a través de dos bases de datos; la primera de la encuesta nacional con información de fertilidad y educación; y la segunda, con información de huracanes para el cálculo de niveles de riesgo en áreas geográficas específicas. El documento explica que, efectivamente, los huracanes provocan disminuciones tanto en la fertilidad como en la educación. Si estos ocurren relativamente temprano en las mujeres, pueden “compensar” la cantidad de hijos más tarde. Sin embargo, es evidente que no se puede compensar la educación de los niños antes de la edad escolar y de las niñas entre los 7 y 12 años.

Por otro lado, los huracanes pueden aumentar el riesgo de mortalidad tanto de niños como de adultos, lo cual afecta las decisiones de las personas. Los padres con incertidumbre sobre sus ingresos futuros y la supervivencia infantil, que son suficientemente adversos al riesgo, responden mejorando la educación superior de sus hijos. No obstante, el incremento de la fertilidad depende entre los hogares con o sin tierras. Los hogares con tierras incrementan su fertilidad para compensar el incremento en la mortalidad esperada, esto para tener a sus hijos como un “seguro” para el futuro, ya sea para mejorar la capacidad de hacer frente al shock o para migrar a otro lugar con mejores oportunidades (Poertner, 2001). Además, estos pueden contribuir inmediatamente luego de futuros posibles huracanes. Sin embargo, los resultados sobre la fecundidad en los hogares sin tierras son negativos. Podría suponerse que estos hogares compensan el número de hijos contra las inversiones en capital humano para sus hijos.

Otro efecto para el capital humano a través de la salud es la falta de nutrición, sobre todo en hogares muy pobres. El documento de (Hyder & Behrman, 2016) usa datos de *Young Lives* para

la cohorte mayor en Etiopía. El panel consta de dos grupos: la ronda del 2006 con niños entre 11 y 12 años, y el grupo del 2009, con niños entre 14 y 15 años. Se extrajo información para ambos grupos tanto de áreas urbanas como rurales. Además, los shocks climáticos se midieron por la prevalencia en sucesos como sequías, epidemias ganaderas, plagas y enfermedades de los cultivos, tormentas de granizo, tierra en erosión e inundaciones. Estos shocks fueron reportados tanto individualmente como por informantes de la comunidad.

Entre los resultados se pudo observar que los shocks de sequía y granizo reportados individualmente se asocian de manera negativa con el indicador de estado de salud y nutrición a corto plazo, lo cual afecta en la educación y productividad de las personas. Sin embargo, el impacto del granizo y erosión reportado por la comunidad es positivo. Probablemente, esto refleje que un enfriamiento de la temperatura asociado al shock puede inducir a las personas a un aumento de peso en el corto plazo dado el mayor consumo y a un mayor cuidado frente a enfermedades infecciosas.

No obstante, en el largo plazo, las sequías y las tormentas de granizo reportadas individualmente y por la comunidad, se asocian negativamente con el estado de la nutrición en el largo plazo, lo que implica efectos negativos permanentes sobre la salud durante la niñez tardía y la adolescencia temprana que pueden implicar un mal desempeño educativo y menor acumulación de capital humano. Además, diferenciando por sexo, los niños tienen más retraso en el crecimiento y las niñas mejores condiciones de salud, pero estas terminan detrás en cuanto a habilidades cognitivas. Probablemente, se daba que, ante una decisión de escolaridad, debido a la idiosincrasia, se favorecerá al hombre.

4. EVIDENCIA EMPÍRICA PARA EL PERÚ

La evidencia descrita anteriormente plantea la hipótesis de los mismos efectos sobre el capital humano en el Perú, con adaptaciones según características geográficas, de edad, entre otros. Por un lado, el documento de Barron et. al. (2017) examina los efectos de los shocks climáticos durante la gestación sobre la acumulación del capital humano y los resultados en el mercado laboral. Para ello, usa tres bases de datos: la Encuesta Nacional de Hogares (ENAHOG), la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar (ENDES) y el sete de datos de temperatura y precipitación de la Unidad de Investigación Climática (CRU)¹. En esta investigación, se extrajo información de las medidas de hemoglobina para una muestra aleatoria de mujeres embarazadas del 2004 al 2015.

Los resultados de la investigación muestran que la prevalencia de anemia materna aumenta en respuesta al embarazo, pero solo en mujeres de hogares pobres. Los efectos son mayores para los

¹ Por sus siglas en inglés, *Climatic Research Unit*.

valores más bajos de temperatura. En resumen, estos resultados sugieren que las mujeres no pobres pueden, parcialmente, mitigar los efectos de los shocks de temperatura dado que pueden aumentar la ingesta de pastillas de hierro para reducir la prevalencia de anemia, además de aumentar el número de visitas prenatales. Por otro lado, no sucede lo mismo con las mujeres de hogares pobres, lo que, en consecuencia, aumenta la prevalencia de anemia. Los efectos son menores en magnitud y no estadísticamente significativos sobre las mujeres en zonas más cálidas.

Estos resultados afectan a su educación. Las mujeres con una temperatura media en el útero inferior a 10°C pierden 0,3 años de escolaridad comparándolo con la temperatura *confort* (17.5-20 °C). Además, los efectos de la falta de educación dado el shock de temperatura se ven reflejados en el mercado laboral. Los aumentos en la temperatura promedio en el útero de mujeres nacidas en intervalos de temperatura más baja que el *confort*, reducen significativamente sus ingresos en la edad adulta. El aumento en 1°C reduce los ingresos en 0,1' desviaciones estándar en relación a la población con comodidad térmica, además de reducir la probabilidad de tener un trabajo formal en 25%.

Por otro lado, también se ha usado la base de datos de *Young Lives* para encontrar evidencia del efecto de las sequías e inundaciones en la inversión en capital humano en Perú (Zamand & Asma, 2016). No se encontraron resultados significativos de ambos shocks sobre la inscripción escolar. Sin embargo, sí se observa que la sequía tiene impactos negativos en las puntuaciones de PPVT² de los niños, siendo 4,47 puntos más bajas para los niños que viven en hogares expuestos a una sequía. Probablemente, debido a que el efecto ingreso sobrepasa el efecto sustitución. Es decir, los niños deben ajustar su tiempo y calidad de educación para colaborar con actividades productivas. Si bien los niños siguen yendo al colegio, sustituyen horas de estudio por horas de trabajo.

También, se logran observar los efectos sobre el capital humano de las demás variables observadas en el contexto del shock. En el corto plazo, sí se observan efectos a través de la salud. Se sugiere que el efecto ambiental del shock puede ser fuerte, afectando la salud en el corto plazo de los adolescentes y, en efecto, su educación. Por otro lado, el efecto del shock sobre los ingresos de los hogares, dependiendo de si pueden o no solicitar préstamos o créditos, también trae consecuencias en la educación. El apoyo para préstamos y crédito aumenta los puntajes de las pruebas educativas en casi 2.5 puntos porcentuales. Esto se debe a que, si los padres estuvieran limitados en sus ingresos o capacidad crediticia para sostenerse en el tiempo, y el tiempo del niño es valioso para la productividad del hogar, con el tiempo, esto puede conllevar a la decisión de retirar gradualmente a los hijos de la escuela.

² *Peabody picture vocabulary test* es una prueba para medir las habilidades cognitivas de los niños.

Por último, enfocándonos específicamente en la población rural del país, se puede observar que los shocks climáticos de frío favorecen la decisión de asistir a la escuela (Britto & Teruya, 2017). Este impacto es mayor en mujeres porque, por idiosincrasia, suelen ser las menos priorizadas por sus padres. Asimismo, ante shocks de calor, Britto y Teruya (2017) encuentran que, entre los 11 y 15 años, se reduce la probabilidad de acabar la secundaria. Al diferenciar por sexo, a las mujeres les afecta negativamente entre los primeros años de vida y los 15 años. Nuevamente, esto es debido a que la mujer en este contexto se vuelve necesarias para ayudar en la casa. Además, específicamente en la selva, la probabilidad de asistencia ante shocks de calor es negativa, mientras que las probabilidades de abandono aumentan. Esto dato que la presencia de calor extremo contribuye al incremento de enfermedades diarreicas.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El presente trabajo sustenta la teoría y la literatura empírica relacionada a los efectos de los shocks climáticos sobre el capital humano, tanto en sus efectos directos como los que provienen de variables como los ingresos presentes, ingresos futuros y/o la salud, además de luego enfocar dicha evidencia específicamente en Perú. Por otro lado, se explicó las diferencias en resultados en base a efectos ingreso y efectos sustitución que se relacionan con la capacidad adquisitiva de las personas y el mercado de capitales, además de otras variables explicativas como la edad, la zona geográfica y el sexo.

En resumen, se puede explicar que los shocks climáticos afectan el rendimiento cognitivo de los niños, que se puede ver en sus resultados en pruebas estandarizadas de matemáticas, aritmética, alfabetización, de acuerdo a su edad. Sin embargo, el efecto se diferencia de acuerdo al entorno en el que el niño se encuentra y el shock al que las familias se enfrentan. La destrucción del capital físico dado un shock climático no permite el dictado estándar de clases y la acumulación de capital humano. Sin embargo, si el problema es, por ejemplo, una sequía, existen menores posibilidades de que la familia puede trabajar y con ello, aumentan las probabilidades de que el niño estudie.

Sobre los efectos indirectos, ante un shock climático, los ingresos presentes se reducen y sus efectos sobre los ingresos futuros puede variar. Ante ello, hay posibilidades de que los niños deban ingresar a la actividad económica es mayor. Dependerá del efecto ingreso y sustitución para que el impacto del shock reduzca o no la acumulación de capital humano. Por otro lado, los shocks también pueden tener efectos sobre la fertilidad y el capital humano en hogares con tierras dado el “seguro” que les ofrece tener hijos educados para su futuro. Y puede tener efectos negativos sobre el estado de salud y la nutrición de los niños en el corto y largo plazo, lo cual afecta en la educación y productividad de las personas. Todos estos efectos pueden ser diferenciados entre hombres y mujeres según la idiosincrasia de la población, que, ante una decisión de escolaridad, se favorecerá al sexo masculino.

Por último, al enfocar la evidencia para Perú, se observan resultados similares. El efecto de los shocks climáticos de temperatura en mujeres pobres embarazadas afecta la escolaridad de los hijos y reduce significativamente sus ingresos en la edad adulta, en comparación con gestantes con temperatura *confort*. Además, reducen la probabilidad de los hijos de ser empleado formalmente. Por otro lado, enfocándonos específicamente en la población rural, se pudo observar que los shocks climáticos de frío favorecen la decisión de asistir a la escuela. Ante sequías o shocks de calor, el efecto ingreso supera a la de sustitución ya que los hogares necesitan que los hijos sean productivos en el hogar. En la sierra, sucede esto específicamente en los sembríos. Y en la selva, frente a olas de calor, surgen mayores enfermedades que enfrentar.

Tras las conclusiones presentadas, se pueden plantear algunas recomendaciones. Así, la primera es la resiliencia frente al efecto ingreso que puede repercutir sobre las familias ante un shock climático. Si este efecto es el mayor, repercutirá en la educación de las personas, sobre todo los niños. Por ello, es importante considerar transferencias condicionadas que logren sopesar el costo de una mano de obra, en vez de que el niño deba dejar sus estudios por trabajar (Britto & Teruya, 2017). Además, es importante analizar si el shock ha generado destrucción de capital físico que también pueda perturbar la educación de los niños en estos contextos.

Como segunda recomendación, alineada a las variables indirectas, es importante ver el efecto del shock en la salud. Además de observar a los heridos por el shock, es importante mantener o mejorar la continuidad en los pacientes que reciben prestaciones de salud pública, como la reducción de anemia, la vacunación en los niños menores de 5 años, entre otros. A nivel de promoción de la salud, se deberían observar programas según zona geográfica. En la sierra, los cuidados respiratorios debido a los friajes. En la selva, los cuidados frente a enfermedades estomacales debido a las olas de calor.

Como tercera recomendación se plantea la reducción en los cuellos de botella del mercado de capitales para impulsar la inversión y seguros ante siniestros, sobre todo en el sector agrícola de la sierra, donde los hogares se dedican a una agricultura de secano, dependiente del clima. Esta recomendación se encuentra ligada al eje de política N° 5 del Estado (Plan de Política Nacional Agraria), “Financiamiento y Seguro Agrario”, que busca fortalecer y ampliar los mercados de financiamiento agrario, con énfasis en los pequeños y medianos productores a nivel nacional (El Peruano, 2016).

Si bien la población va a priorizar su sobrevivencia en el corto plazo, es importante que, en la medida de lo posible, se tome en consideración la importancia de seguir acumulando capital humano por medio de los estudios, los cuales los favorecerán sus condiciones de vida en el mediano y largo plazo. Sobre todo, se debe asegurar que, frente a shocks climáticos, se mantenga la educación de los niños en edad temprana.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

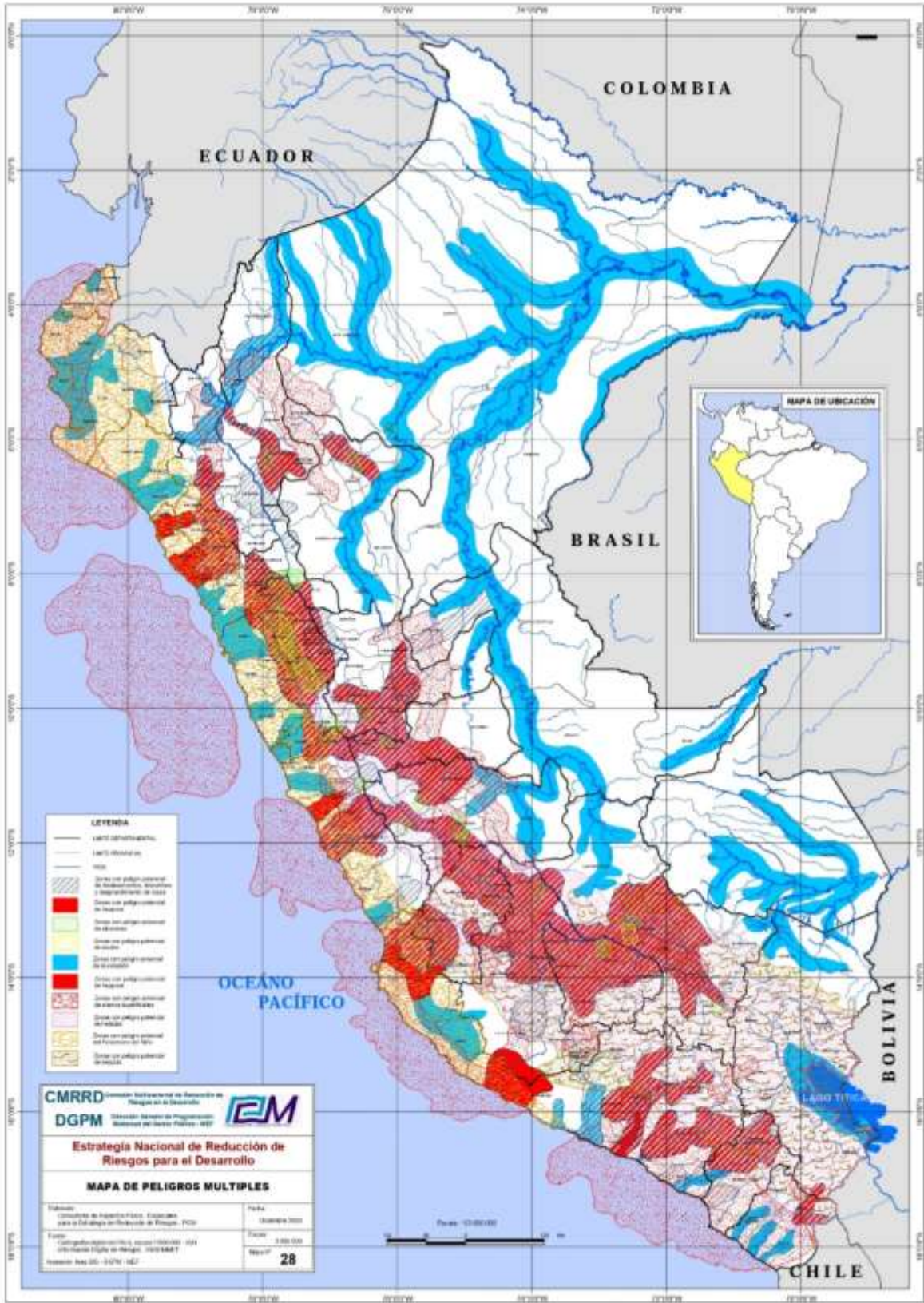
- Abler, D., & Rodriguez, J. (1998). Asistencia a la escuela y participación de los menores en la fuerza de trabajo en el Perú, 1985-1994. *Economía*, 215-253.
- Aguilar, A., & Vicarelli, M. (2011). El Niño and Mexican children: medium-term effects of early-life weather shocks on cognitive and health outcomes. *Harvard Kennedy School of Government*.
- Alderman, H. (2011). *No small matter: The impact of poverty, shocks, and human capital investments in early childhood development*. The World Bank Group.
- Almond, D., & Currie, J. (2011). Human capital development before age five. *Handbook of labor economics*, 4, 1315-1486.
- Asmamaw, M., Mereta, S. T., & Ambelu, A. (2019). Exploring households' resilience to climate change-induced shocks using Climate Resilience Index in Dinki watershed, central highlands of Ethiopia. *PLoS ONE*, 14(7).
- Barron, M., Heft-Neal, S., & Perez, T. (2017). Weather Fluctuations During Gestation and Human Capital Formation: Evidence from Peru.
- Becker, G. (2002). The age of human capital. 3-8.
- Becker, G., Murphy, K., & Tamura, R. (1990). Human Capital, Fertility, and Economic Growth. *Journal of political economy*, 98(5), S12-S37.
- Britto, D., & Teruya, B. (2017). Shock climáticos y capital humano: un estudio para el Perú rural. *Universidad del Pacífico. Escuela de Postgrado*.
- Choularton, R., J., F. T., & S., N. (2015). Measuring Shocks and Stressors as Part of Resilience Measurement. *Resilience Measurement Technical Working Group, Technical Serie No. 5*.
- El Peruano. (2016). *Decreto Supremo que Aprueba la Política Nacional Agraria. Decreto Supremo N° 002-2016-MINAGRI*. El Peruano , Lima.
- Freire-Serén, M. J. (1999). Human Capital Accumulation and Economic Growth. *Universitat Autònoma de Barcelona*.
- Graff, J., & Neidell, M. (2015). Temperature and human capital in the shor and long run. *National Bureau of Economic Research, Working Paper No. 21157*.
- Hyder, A., & Behrman, J. (2016). Climatic Shocks and Child Human Capital: Evidence from Ethiopia. *Journal of Asian and African studies*, 51(5), 594-618.
- IDEAM. (2007). *Información tecnica sobre Gases de Efecto Invernado y el Cambio Climático*.

- INDECI. (2003). *Sistema de información para gestión de riesgo de desastres*. Obtenido de <https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/1019>
- INDECI. (2019). *BOLETIN ESTADÍSTICO VIRTUAL DE LA GESTIÓN REACTIVA N° 10 - AÑO 6 - ENE 2019*.
- Lee, H., & Lee, J.-W. (2018). Human capital and income inequality. *Journal of the Asia Pacific Economy*, 23(4), 554-583.
- Lucas, R. (1993). Making a miracle. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 251-272.
- Maluccio, J., Hoddinott, J., Behrman, J., Martorell, R., Quisumbing, A., & Stein, A. (01 de 04 de 2009). The Impact of Improving Nutrition During Early Childhood on Education among Guatemalan Adults. *The Economic Journal*, 119(537), 734-763.
- Moav, O., & Galor, O. (2004). From Physical to Human Capital Accumulation: Inequality and the Process of Development. *The Review of Economic Studies*, 71, 1001–1026.
- ONU. (1992). *Convención marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*.
- Orazio, A., Costas, M., Nix, E., & Salvati, F. (2017). Human capital growth and poverty: Evidence from Ethiopia and Peru. *Review of Economic Dynamics*, 234-259.
- Poertner, C. (2001). Children as Insurance. *Journal of Population Economics*, 14, 119-136.
- Poertner, C. (2008). Gone with the Wind? Hurricane Risk, Fertility, and Education. *Hurricane Risk, Fertility and Education*.
- Santos, I. (2007). Disentangling the effects of natural disasters on children: 2001 earthquakes in El Salvador. *Harvard University*.
- Schultz. (1961). Investment in human capital. *The American Economic Review*, 1-17.
- Serván, S., & Tantaleán, E. (2009). ¿Explican las características de los docentes las diferencias en el rendimiento promedio de los alumnos de colegios públicos y privados?
- Shah, M., & Millett Steinberg, B. (2013). Drought of opportunities: Contemporaneous and long term impacts of rainfall shocks on human capital. *National Bureau of Economic Research*, NBER Working Paper No. 19140.
- Shah, M., & Millett, B. (2012). The Effects of In-Utero Shocks on Cognitive Test Scores: Evidence from Droughts in India.
- Torres, L. (2010). *Análisis económico del Cambio Climático en la agricultura de la región Piura - Perú. Caso: Principales productos agroexportables*. Consorcio de Investigación Económica y Social. Lima: CIES.

- Valencia Amaya, M. G. (2019). Climate shocks and human capital: The impact of natural disasters of 2010 in Colombia on student achievement. (C. d. Economía, Ed.) *Scielo*, 39(79), 303- 329.
- Victoria, C. G., Adair, L., Fall, C., Hallal, P., Martorell, R., Richter, L., & Singh, H. (2008). Maternal and child undernutrition: consequences for adult health and human capital. *The Lancet*, 340-357.
- World Bank. (2016). *Shock waves: managing the Impacts of Climate Change on Poverty*.
- World Bank. (2016). *World Bank Group Climate Change Action Plan 2016-2020*. Washington, DC.
- Zamand, M., & Asma, H. (2016). Impact of climatic shocks on child human capital: evidence from young lives data. *Environmental hazards*, 15(3), 246-268.

ANEXOS

Anexo 1: Mapa de peligros múltiples del Perú



Fuente: INCECI (2003)